

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-330895

(43)Date of publication of application : 30.11.1999

(51)Int.Cl.

H03H 9/145

(21)Application number : 10-131980

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 14.05.1998

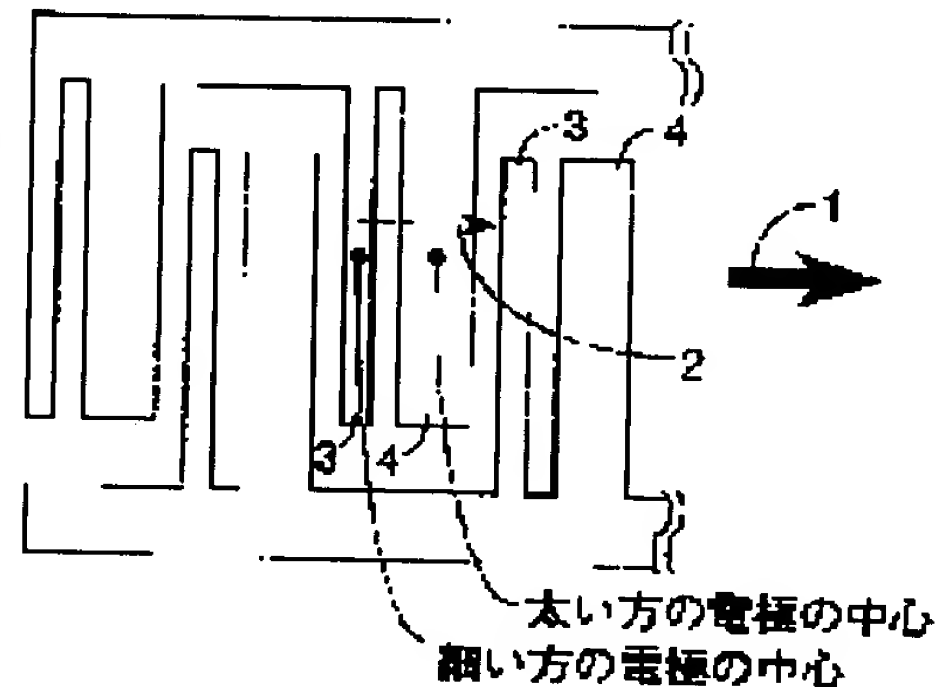
(72)Inventor : TSUTSUMI JUN
MATSUDA TAKASHI
IGATA OSAMU
SATO YOSHIO

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave device with low loss and without ripples by effectively arranging unidirectional IDT split electrodes.

SOLUTION: This surface acoustic wave device for exciting surface acoustic waves is constituted of a piezoelectric substrate and plural IDT for transmission and reception arranged on the surface of the piezoelectric substrate. In this case, at least one of the IDT is constituted of an interdigital split electrode, in which two electrode fingers are arranged so as to be made alternately positive and negative as a pair. In the two electrode fingers of the split electrode, the width of a direction in which a surface acoustic wave is excited is made different, and an angle α made by the direction of the width direction of the electrode finger from the electrode finger in which the reflectivity of the surface acoustic wave is small to the electrode finger in which the reflectivity is large among the two electrode fingers and the direction of the surface acoustic wave excited by the IDT constituted of the slip electrode toward the IDT for reception, is set such that $0^\circ < \alpha < 90^\circ$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 3 3 0 8 9 5

(43) 公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int. Cl. ⁶

H 0 3 H 9/145

識別記号

F I

H 0 3 H 9/145

B

D

審査請求 未請求 請求項の数 6

O L

(全 1 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-131980

(22) 出願日 平成10年(1998)5月14日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 堤 潤

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 松田 隆志

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 野河 信太郎

最終頁に続く

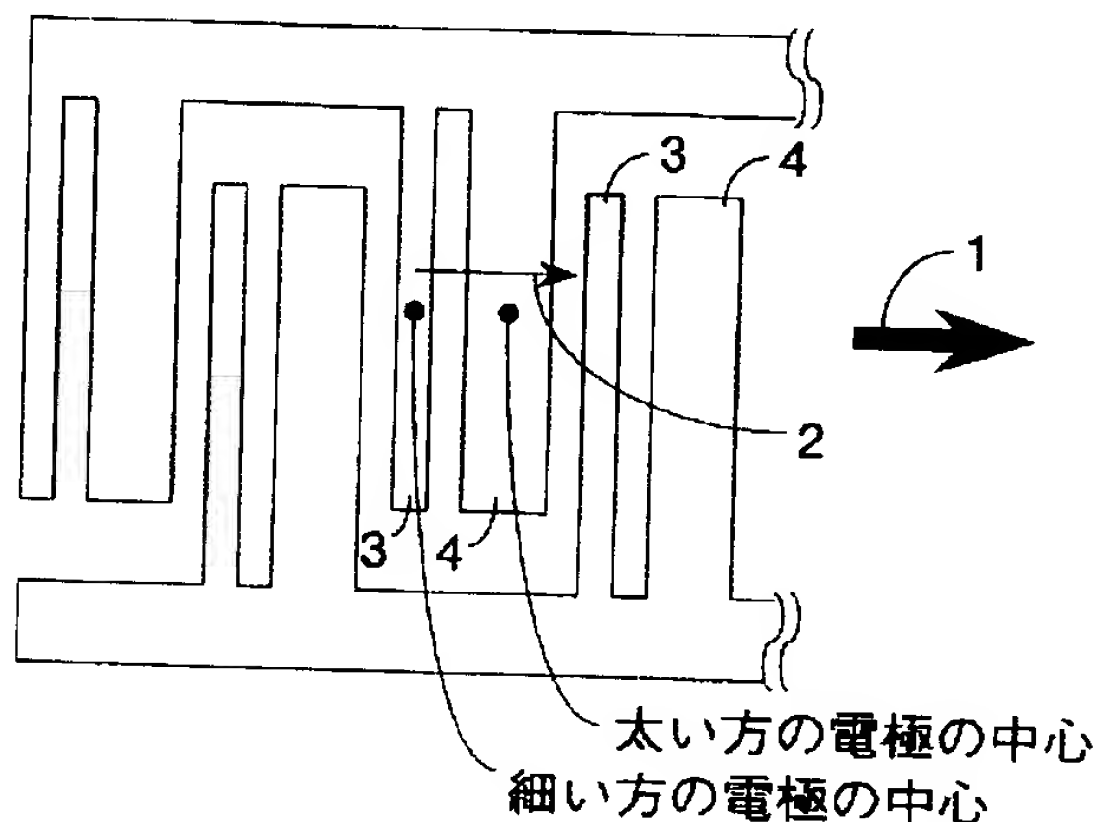
(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置

(57) 【要約】

【課題】 この発明は、弾性表面波装置に関し、一方向性 I D T のスプリット電極の配置を工夫することで、低損失かつリップルのない弾性表面波装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 圧電基板と、圧電基板の表面上に配置された複数個の送信用及び受信用 I D T とから構成された弾性表面波を励振する弾性表面波装置であって、前記 I D T の少なくとも1つが、2本の電極指を1組として正負交互に配置されたすだれ形状のスプリット電極からなり、前記スプリット電極の2本の電極指は、弾性表面波が励振される方向の幅が異なり、前記2本の電極指のうち弾性表面波の反射率が小さい電極指から反射率が高い電極指へ向かう電極指の幅方向の向きと、前記スプリット電極からなる I D T によって励振された弾性表面波が受信用 I D T へ向かう向きとのなす角度 α が、 $0 \leq \alpha < 90^\circ$ であることを特徴とする。

この発明の弾性表面波装置の原理説明図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板と、圧電基板の表面上に配置された複数個の送信用及び受信用インターディジタルトランスデューサとから構成された弾性表面波装置であって、

前記インターディジタルトランスデューサの少なくとも 1 つが、2 本の電極指を 1 組として正負交互に配置されたすだれ形状のスプリット電極からなり、

前記スプリット電極の 2 本の電極指は、弾性表面波が励振される方向の幅が異なり、前記 2 本の電極指のうち弾性表面波の反射率が小さい電極指から反射率が大きい電極指へ向かう電極指の幅方向の向きと、前記スプリット電極からなるインターディジタルトランスデューサによって励振された弾性表面波が受信用インターディジタルトランスデューサへ向かう向きとのなす角度 α が、 $0 \leq \alpha < 90^\circ$ であることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項 2】 前記圧電基板が、回転 Y-X 水晶基板であることを特徴とする請求項 1 記載の弾性表面波装置。

【請求項 3】 前記圧電基板が、 36° Y-X 水晶、 $X-112^\circ$ Y:LiTaO₃ 又は 45° X-Z:Li₂B₄O₇ を用いた基板であることを特徴とする請求項 1 記載の弾性表面波装置。

【請求項 4】 圧電基板と、圧電基板の表面上に配置された複数個の送信用及び受信用インターディジタルトランスデューサとから構成された弾性表面波装置であって、

前記インターディジタルトランスデューサの少なくとも 1 つが、2 本の電極指を 1 組として正負交互に配置されたすだれ形状のスプリット電極からなり、

前記スプリット電極の 2 本の電極指は、弾性表面波が励振される方向の幅が異なり、前記 2 本の電極指のうち幅の細い電極指から幅の太い電極指へ向かう電極指の幅方向の向きと、前記スプリット電極からなるインターディジタルトランスデューサによって励振された弾性表面波が受信用インターディジタルトランスデューサへ向かう向きとのなす角度 α が、 $0 \leq \alpha < 90^\circ$ であることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項 5】 前記圧電基板が、回転 Y-X 水晶基板であることを特徴とする請求項 4 記載の弾性表面波装置。

【請求項 6】 前記圧電基板が、 36° Y-X 水晶、 $X-112^\circ$ Y:LiTaO₃ 又は 45° X-Z:Li₂B₄O₇ を用いた基板であることを特徴とする請求項 4 記載の弾性表面波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は弾性表面波装置に関し、特に一方向性インターディジタルトランスデューサ（以下、IDT と呼ぶ）を用いた弾性表面波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、弾性表面波（以下、SAW: Surface Acoustic Wave と呼ぶ）を励振・受信する IDT の双方向性損失を低減するため、一方向にのみ弾性表面波を励振する一方向性 IDT の開発がなされている。なかでも、外部に位相回路を必要とせず、しかも一度の電極膜成膜・パターンニングで作製できる内部反射型一方向性 IDT は実用的であり、研究が盛んに行われている。

【0003】 図 15 に、浮き電極を用いた内部反射型一方向性 IDT（特開昭 60-236312 号公報）を示す。ここでは、正負励振電極間に短絡および開放型の浮き電極を配置することで、一方向性 IDT を実現している。この浮き電極を用いた内部反射型一方向性 IDT では、励振電極および浮き電極の幅は $\lambda/12$ （ λ は IDT の電極周期であり、つまり弾性表面波が最も強く励振される中心周波数での波長である）であり、それぞれの電極の中心間隔は $\lambda/6$ である。

【0004】 また、特開平 3-133209 号公報では、浮き電極のうち、開放型浮き電極の幅を $\lambda/12$ より大きく、短絡型浮き電極の幅を $\lambda/12$ より小さくすることでより方向性が増すことを見出している。しかしながら、この浮き電極型一方向性 IDT では、基本的な励振電極の幅は $\lambda/12$ と細くなるため、周波数が高くなるにつれ作製が困難になるという問題がある。また、正の励振電極と負の励振電極との電極エッジ間隔は $5\lambda/12$ となり、図 16 に示すシングル電極での電極エッジ間隔 $\lambda/4$ や、図 17 に示すスプリット電極での電極エッジ間隔 $\lambda/8$ に比べて広くなるため入力インピーダンスが大きくなってしまいう問題があった。

【0005】 また、特開昭 61-6917 号公報に記載された一方向性 IDT では、図 18 に示すようにスプリット電極の正負交互に配置された 2 本を 1 組とした電極指の電極幅を異ならせることで、左右非対称の IDT を形成して一方向性 IDT を得るものである。この構成では、1 周期あたりの電極指の数は 4 本であり、前述の浮き電極型構成に比べて構成が簡単であるという特徴をもつ。また、正負励振電極のエッジ間隔も図 17 に示したスプリット電極の場合よりも小さくなり、入力インピーダンスも小さくなるという特徴がある。

【0006】 ここで、図 18 に示した一方向性 IDT では、図中 5 の矢印で示される方向に弾性表面波が強く励振されると、特開昭 61-6917 号公報には記載されている。また、特開平 8-288780 号公報においても図 18 に示した一方向性 IDT が引用されており、スプリット電極の太い方の電極幅を $3\lambda/16$ 、細い方の電極幅を $\lambda/16$ としたときに、図 18 の図中 5 の矢印で示された方向に弾性表面波が強く励振されるという同様の記載がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、これら 2 つの公開公報の記載内容をもとに、圧電基板として 36° Y

—X：水晶を用い、入力IDTとして図18に示した一方向性IDT、出力IDTには双方向性のスプリット電極を用いて入力IDTを図19のような向きに配置した弾性表面波フィルタを作製した。特開平8-288780号公報の記載を参考にし、このときの一方向性IDTのスプリット電極の太い方の電極幅は $3\lambda/16$ 、細い方の電極幅は $\lambda/16$ とした。IDTの電極周期 $\lambda=15\mu\text{m}$ 、電極膜はAl、膜厚は $0.2\mu\text{m}$ であり、IDT対数は入出力とも95対とした。

【0008】このときのフィルタ特性を図20に示す。中心周波数付近（209MHz～210MHz）に大きなリップルが存在し、 36° Y—X：水晶基板を用いた場合には図19の構成では良好なフィルタ特性が得られなかった。さらに、フィルタの特性を改善するため、図18の一方向性IDTの太い方の電極の幅を変化させたが、リップルのない良好な特性を得ることはできなかった。

【0009】従って、 36° Y—X：水晶基板の場合、一方向性IDTを図7に示した向きに配置すると中心周波数付近に大きなリップルが現れるという問題が生じていた。すなわち、基板材料によっては、特開昭61-6917号公報や特開平08-288780号公報に示された方向性を利用し、一方向性IDTを図19に示した方向に配置しても良好なフィルタが作製できないという問題が生じた。

【0010】この発明は、以上の事情を考慮してなされたものであり、回転Y—X：水晶その他種々の基板を用いた場合において、一方向性IDTの方向性を有効に利用できる構成を備え、良好なフィルタ特性を示す弾性表面波装置を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明は、圧電基板と、圧電基板の表面上に配置された複数個の送信用及び受信用インターディジタルトランスデューサとから構成された弾性表面波を励振する弾性表面波装置であって、前記インターディジタルトランスデューサの少なくとも1つが、2本の電極指を1組として正負交互に配置されたすだれ形状のスプリット電極からなり、前記スプリット電極の2本の電極指は、弾性表面波が励振される方向の幅が異なり、前記2本の電極指のうち弾性表面波の反射率が小さい電極指から反射率が大きい電極指へ向かう電極指の幅方向の向きと、前記スプリット電極からなるインターディジタルトランスデューサによって励振された弾性表面波が受信用インターディジタルトランスデューサへ向かう向きとのなす角度 α が、 $0 \leq \alpha < 90^\circ$ であることを特徴とする弾性表面波装置を提供するものである。

【0012】また、圧電基板と、圧電基板の表面上に配置された複数個の送信用及び受信用インターディジタルトランスデューサとから構成された弾性表面波を励振す

る弾性表面波装置であって、前記インターディジタルトランスデューサの少なくとも1つが、2本の電極指を1組として正負交互に配置されたすだれ形状のスプリット電極からなり、前記スプリット電極の2本の電極指は、弾性表面波が励振される方向の幅が異なり、前記2本の電極指のうち幅の細い電極指から幅の太い電極指へ向かう電極指の幅方向の向きと、前記スプリット電極からなるインターディジタルトランスデューサによって励振された弾性表面波が受信用インターディジタルトランスデューサへ向かう向きとのなす角度 α が、 $0 \leq \alpha < 90^\circ$ であるようにしてもよい。

【0013】この発明によれば、上記のような構成をとることによって、低損失かつリップルのない良好な周波数特性を持つ弾性表面波装置を提供できる。

【0014】また、前記圧電基板の材料としては、回転Y—X水晶基板、特に 36° Y—X水晶、X—112° Y：LiTaO₃又は 45° X—Z：Li₂B₄O₇を用いることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】図1に、この発明の弾性表面波装置の原理説明図を示す。図1は、正負交互に配置されたスプリット電極を持つ、一方向性IDTの一部分を示したものである。一組のスプリット電極は、幅の異なる2本の電極指（3，4）から構成される。この一方向性IDTは、紙面の上方向から延伸された1組のスプリット電極と、紙面の下方向から延伸された1組のスプリット電極とが電極の幅方向に交互に配置され、いわゆるすだれ形状を有している。

【0016】一般に、弾性表面波フィルタ等の弾性表面波装置は、IDTを圧電基板上に複数個形成して構成される。この発明では、複数個のIDTのうち少なくとも1つが、このような一方向性IDTとして圧電基板上に形成される。

【0017】また、IDTのうち少なくとも1つは、外部からの電気信号を入力するための入力用IDTであり、少なくとも1つは外部へ電気信号を出力する出力用IDTである。このようなIDTで励振される弾性表面波は、あるIDTから他のIDTへ伝搬されていくが、伝搬もとのIDTを送信用IDT、伝搬される側のIDTを受信用IDTと呼ぶ。図1には図示していないが、図1の一方向性IDTの右側に、受信用IDTがあるものとする。

【0018】弾性表面波（SAW）は、IDTで励振されると、交互に配置された電極指の交差部分を、電極指の幅方向（紙面の左右方向）に進む。特に、一方向性IDTでは、この電極指の幅方向のどちらか一方にほとんどのSAWが伝搬する。

【0019】このように一方向に伝搬するようなSAWを励振するために、この発明では、図1に示すように、一方向性IDTのスプリット電極を配置することを特徴

とする。すなわち、1組のスプリット電極を構成する2本の電極指のうち、幅が細い方の電極指3から、幅が太い方の電極指4へ向かう電極指の幅方向の向き2を、SAWが受信用のIDTへ向かう伝搬方向の向き1と同じになるようにする。

【0020】図1において、一方向性IDTの各スプリット電極では、紙面の左側すなわち、SAWの伝搬もとの側に幅の細い電極指を配置し、幅の細い電極指と一定間隔をおいて、そのすぐ右側（弾性表面波の伝搬する側）に、幅の太い電極指を配置する。ここで、上記向き2は、一方向性IDTの正負交互に配置されたスプリット電極の幅の細い電極指3の中心から幅の太い電極指4の中心へ向かう向きである。図中記号1の矢印は、この一方向性IDTで励振されたSAWが受信用のIDTに向かうべき伝搬方向を示しており、その方向は紙面の左から右の向きである。

【0021】また、前記した特開昭61-6917号公報及び特開平08-288780号公報に記載された一方向性IDTと比較すると、スプリット電極を形成する2本の電極指の向きとは逆向きに2本の電極指を配置する点が相違する。すなわち、これらの従来の一方向性IDTでは、幅の太い方の電極指から幅の細い方の電極指へ向かう向きと、弾性表面波が受信用IDTへ向かう向きとが一致していたが、この発明では、この向きが全く逆となっている点が相違する。

【0022】このように、2つの向き（図1の1及び2）を設定したことにより、後述するように、従来知られていなかった低損失かつリップルのない良好な周波数特性を有する弾性表面波装置を提供することが、可能となった。

【0023】なお、図1には受信用IDTは図示していないが、図1の一方向性IDTの右方向であって、受信用IDTの電極指が交差している部分が、図1の一方向性IDTの電極指が交差している部分とが紙面の左右方向で一致しているような位置に配置すれば、前記2つの向き（図1の1及び2）は一致する。この場合、受信用IDTは、図19に示した双方向性IDTと同様な位置に配置される。

【0024】図2に、一方向性IDTで励振されたSAWが受信用のIDTに向かうべき向き1と、一方向性IDTのスプリット電極の電極指の幅の細い方の電極から太い方の電極に向かう向き2とが完全には一致していない場合の説明図を示す。すなわち、図2においては、受信用IDTは、幅の細い方の電極指から太い方の電極指に向かう向き（紙面の水平方向）に対して、紙面の上方方向にずれた位置に配置する。そして、2つの矢印1と2との始点を一致させたときにできる角度 α が 90° 以下（ $0 \leq \alpha < 90^\circ$ ）になるように、一方向性IDT及び受信用IDTを配置する。なお、2つの矢印でできる角

成でも、図1と同様に、周波数特性の良好な弾性表面波装置を提供できる。

【0025】図3から図7に、図1又は図2に示した一方向性IDTを用いて構成した弾性表面波フィルタの構成図の種々の実施例を示す。ここで、圧電基板は、回転Y-X：水晶、X-112° Y：LiTaO₃、45° X-Z：Li₂B₄O₇のいずれかを用いるものとする。

【0026】図3は、圧電基板上にこの発明の1つの一方向性IDTと、一般的に用いられる1つの双方向性IDTを対向して配置した弾性表面波フィルタの構成図を示す。一方向性IDTを入力IDT（すなわち送信用IDT）、双方向性IDTを出力IDT（すなわち受信用IDT）とした場合、一方向性IDTから励振されたSAWが受信用の双方向性IDTに向かうべき向きは、図中矢印9のように紙面左から右の向きとなり、一方向性IDTの2本組の電極指の細い方の電極から太い方の電極に向かう向き10と一致させる。なお、一方向性IDTと双方向性IDTの中心が、紙面上下方向にずれた構成であって、図中記号9と10の矢印の向きが一致していないときには、2つの矢印でできる角度が 90° 以下になるように構成すればよい。

【0027】図4に、圧電基板上に2つの一方向性IDTを対向して配置させた場合の弾性表面波フィルタの構成例を示す。左側の一方向性IDTを入力（送信用IDT）、右側の一方向性IDTを出力（受信用IDT）とした場合、左側の一方向性IDTで励振されたSAWが右側の受信用の一方向性IDTへ向かう向きは、図中矢印11のように紙面左から右への向きとなる。また、左側の一方向性IDTの2本組の電極指の細い方の電極指から太い方の電極指に向かう向きは図中矢印12に示すように紙面左から右への向きとする。一方、右側の一方向性IDTの2本組の電極指の細い方の電極指から太い方の電極指に向かう向き14は紙面右から左への向きとする。この向き14は、右側の一方向性IDTを入力IDTとした場合に、励振されるSAWが左側の受信用一方向性IDTへ向かう向き13と一致する。なお、2つの一方向性IDTの中心が、紙面上下方向にずれた構成であって、図中11と12あるいは13と14の矢印の向きが一致していないときには、11と12あるいは13と14の2つの矢印でできる角度が 90° 以下になるように構成すればよい。

【0028】図5に、圧電基板上に2つの一方向性IDTの中央に1つの双方向性IDTを配置させた場合の弾性表面波フィルタの構成例を示す。ここで、2つの一方向性IDTが入力用であり、双方向性IDTは出力用（受信用IDT）とする。前記した図3、図4と同様の観点から、左側の一方向性IDTの2本組の電極指の細い方の電極指から太い方の電極指に向かう向きは紙面左から右への向き16、右側の一方向性IDTでは、紙面右から左への向き18に配置した構成とする。ここで、

向き16は左側の一方向性IDTで励振されたSAWの受信用IDTへの伝搬方向である向き15と一致し、向き18は右側の一方向性IDTで励振されたSAWの受信用IDTへの伝搬方向である向き17と一致する。なお、2つの一方向性IDTの中心と中央の双方向性IDTの中心が、紙面上下方向にずれた構成であって、図中15と16あるいは17と18の矢印の向きが一致していないときには、15と16あるいは17と18の2つの矢印でできる角度が 90° 以下になるように構成すればよい。

【0029】図6に、図中左上の入力用の一方向性IDT（送信用IDT）から励振されたSAWが2つの反射器21を介して図中左下の出力用の双方向性IDT（受信用IDT）に受信される弾性表面波フィルタの構成例を示す。図6の一方向性IDTから励振されたSAWが受信用の双方向性IDTに向かうべき向きは、紙面左から右への向き19である。従って、一方向性IDTの2本組の電極指の細い方の電極指から太い方の電極指に向かう向き20は、前記向き19と一致する紙面左から右への向きとする。また、紙面左から右方向へ伝搬したSAWは、2つの反射器21によって伝搬方向は 180° 変えられて双方向性IDTへ伝搬される。また逆に、出力用IDTとして一方向性IDTを用いてもよいが、その場合、一方向性IDTの2本組の電極指の細い方の電極指から太い方の電極指に向かう向きは、紙面左から右への向きとする。なお、一方向性IDTの中心と反射器21の中心とが紙面上下方向にずれた構成であって、図中19と20の矢印の向きが一致していないときには、19と20の2つの矢印でできる角度が 90° 以下になるように構成すればよい。

【0030】図7に、反射器21を用いたZパスフィルタと呼ばれる構成の弾性表面波フィルタを示す。ここでは、一方向性IDTを入力用（送信用IDT）、双方向性IDTを出力用（受信用IDT）とする。図6の場合と同様に考えて、一方向性IDTの2本組の電極指の細い方の電極指から太い方の電極指に向かう向きは紙面左から右の向きとし、一方向性IDTで励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向きと一致させる。また逆に、出力用IDTとして一方向性IDTを用いてもよく、その場合、一方向性IDTの2本組の電極指の細い方の電極指から太い方の電極指に向かう向きは、紙面右から左への向きとする。

【0031】なお上記の具体的実施態様において、一方向性IDTを入力用IDTとして配置する向きを説明した。しかしながら一方向性IDTを出力用IDTとして用いることもできる。一般に、弾性表面波装置は相反性を有するので、入力と出力を入れ替えても特性は代わらない。従って、一方向性IDTを出力用IDTとして用いる場合には、便宜上入力用IDTと出力用IDTを入れ換えて考え、一方向性IDTで励振されたSAWが受

信用IDTへ向かう向きと一致するように、スプリット電極の2本の電極指の配置を決定すればよい。

【0032】次に、図1に示した実施態様の一方向性IDTを回転 $Y-X$:水晶、 $X-112^\circ$ $Y:LiTaO_3$ 、 45° $X-Z:Li_2B_4O_7$ のいずれかの圧電基板上に形成した場合に、良好なフィルタ特性が得られることを説明する。はじめに、図17に示すIDTの方向性の原理について説明する。図17のようなすべての電極指の幅が等しく $\lambda/8$ 間隔で配列された双方向性IDTの場合、励振中心は2本の電極指の中央に存在し、励振中心から見て左右両側に $\lambda/8$ だけ離れたところに反射中心が存在する。しかしながら、励振中心から見れば、左右対称の位置に反射中心が存在するため、差し引きして結局反射中心が存在しないのと同じになる。従って図17のIDTでは方向性は生じない。このため、図17のIDTは、双方向性IDTと呼ばれ、ここで励振されたSAWは、左右方向へ均等に伝搬される。

【0033】次に、図18に示した特開昭61-6917号公報に記載されたIDTのように2本組の電極指の幅がそれぞれ異なる場合の方向性について説明する。励振中心は、近似的に図17の場合と同様に2本の電極指それぞれの中央位置に対する中央部にあるとする。反射中心は、各電極指の中央に存在する。しかし、図17とは異なり、2本の電極指の幅が異なるので、それぞれの電極指の反射率は異なる。従って、励振中心から見れば、その左右に反射率の異なる反射中心が存在することになり、差し引きすれば左右どちらか一方の位置に反射中心が存在するのと同じになる。この結果、2本の電極指の幅が異なる場合、SAWの伝搬方向には方向性が生じることになる。すなわち、SAWが伝搬しやすい方向が存在することになり、2本の電極指のうち見かけ上反射中心が存在する方（反射率が大きい方）の電極指へ向かう向きが、SAWの伝搬方向（順方向）となる。

【0034】次に、図18に示した一方向性IDTにおいて、左右どちらに強くSAWが励振されるかを考える。図18において、特開昭61-6917号公報に記載されたように図中5の矢印のように紙面の右側方向にSAWが強く励振されるためには、2本の電極指のうち右側にある細い方の電極指に反射中心が存在しなければならない。従って、図18では、電極指の幅が細い方の電極指が幅の太い電極指よりも反射率が大きいものとして方向性が示されていた。

【0035】この発明では、電極幅に対する反射率は圧電基板の材料によって異なることに着目し、各圧電基板において一方向性IDTの細い方の電極指と太い方の電極指のどちらが反射率が大きいかを考察し、以下に、一方向性IDTにおいて、SAWが強く励振される順方向を明確に特定する。そして、各種の圧電基板上で一方向性IDTを有効に利用するためのスプリット電極の電極指の配置の向きを示す。

【0036】まず、各圧電基板の材料ごとに電極幅に対する電極指1本あたりの反射率を、図8、図9及び図10に示す。これらのグラフは、弾性波素子技術ハンドブック、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会編、平成3年11月30日発行に記載されたものである。図8の42.45° Y-X水晶の場合、規格化電極幅(w/λ : w は電極指の幅、 λ は電極周期)がおよそ0.25 ($\lambda/4$ に相当)までは電極幅が太くなるにしたがって、電極指1本あたりの反射率が大きくなっているのがわかる。ここで、太い方の電極指の幅と細い方の電極指の幅の合計は $\lambda/2$ (規格化電極幅0.5)以下である必要がある。従って、42.45° Y-X水晶を用いて図1の一方方向性IDTを作製した場合、反射率の大きい太い方の電極指に反射中心ができるために紙面右側に強くSAWが励振される順方向となる。従って、図3に示したように配置することで順方向に励振されたSAWが受信用のIDTで受信されるため、低損失でリップルのない良好なフィルタ特性が得られる。

【0037】また、言い換えれば、一方方向性IDTの反射率が小さい電極指(細い方の電極指)から、反射率が大きい電極指(太い方の電極指)へ向かう電極指の幅方向の向きと、この一方方向性IDTによって励振されたSAWが受信用のIDTへ向かう向きがほぼ一致するように、一方方向性IDTを構成すれば、低損失かつリップルのない良好なフィルタを持つ弾性表面波フィルタを作ることができる。なお、図8によれば、規格化電極幅0.25以上では電極幅が太くなるにしたがって反射率が小さくなっており、図8の右半分の領域では細い方の電極指の反射率を大きくできそうである。しかし、2本の電極指の幅の合計は $\lambda/2$ より小さくしなければならないので、実現は困難である。

【0038】図9の45° X-Z: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ の場合、電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化は、図8の42.45° Y-X: 水晶の場合に類似しておよそ0.25までは電極幅が太くなるにしたがって反射率が大きくなっている。従って、図1及び図3のように配置することで順方向に励振されたSAWが受信用IDTで受信されるため、低損失で良好なフィルタ特性が得られる。

【0039】図10のX-112° Y: LiTaO_3 の場合、電極膜厚(H)/電極周期(λ)が0.01より大きい場合、規格化電極幅 w/λ がおよそ0.2までは電極幅を太くするに従って反射率は増加している。従って、42.45° Y-X: 水晶および45° X-Z: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ の場合と同様に、図1及び図3に示したように一方方向性IDTを配置することで、順方向に励振されたSAWが受信用IDTで受信されるため、低損失で良好なフィルタ特性が得られる。

【0040】以上、42.45° Y-X: 水晶、45° X-Z: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、及びX-112° Y: LiTaO_3

を材料とする圧電基板上では、一方方向性IDTのスプリット電極の太い方の電極指の方が細い方の電極指に比べて反射率が大きくなることを説明した。しかし、いずれの圧電基板においても、 $H/\lambda=0$ の場合、規格化電極幅が $\lambda/8$ (w/λ : 0.125)程度のときに反射率が最大となる。つまり、細い方の電極指の方が太い方の電極指よりも反射率が大きくなり、特開昭61-6917号公報に記載されている方向に強くSAWが励振される。

【0041】しかしながら、 H/λ を0から0.01とわずかに大きくするだけで最大の反射率が得られる電極幅は $\lambda/5 \sim \lambda/4$ (規格化電極幅 $w/\lambda=0.2 \sim 0.25$)と飛躍的に太くなる。さらに、 $H/\lambda=0$ では電極指の幅に対する反射率の変化は小さく、大きな一方方向性を有する一方方向性IDTは作製しにくいので、 $H/\lambda=0$ の場合は無視する。以上の考察により、42.45° Y-X水晶、45° X-X: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、及びX-112° Y: LiTaO_3 のいずれかの圧電基板を用いた場合、図1に示した向きに一方方向性IDTを配置することで順方向の良好な特性が得られることがわかる。

【0042】また、水晶基板上での電極幅に対する反射率の変化は、42.45° Y-X: 水晶以外に、38° Y-X: 水晶〔1〕および34° Y-X: 水晶〔2〕でも同様の変化を示すことが報告されている。従って、水晶基板に対しては、図8に示した42.45° Y-X: 水晶に限らず、回転Yカット水晶を用いた場合に、図1に示した向きに一方方向性IDTを配置することで順方向の良好な特性が得られることがわかる。

【0043】参考のため、図11に128° Y-X: LiNbO_3 基板の場合の電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化を示す。この場合、反射率が最大になる電極幅は、膜厚にかかわらずおよそ $\lambda/8$ (規格化電極幅 $w/\lambda=0.125$)以下となっており、図18に示した一方方向性IDTにおいて細い方の電極の方が反射率が大きくなる。従って、特開昭61-6917号公報に記載されたように、太い方から細い方への向き、すなわち紙面右側方向に強くSAWが励振される。この結果から、図18の一方方向性IDTでは、SAWが強く励振される順方向の向きは基板によって変化し、128° Y-X: LiNbO_3 では紙面右側方向、回転Y-X水晶、45° Y-X: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、及びX-112° Y: LiTaO_3 では紙面左側方向が順方向となることがわかる。

【0044】なお、圧電基板として、回転Y-X: 水晶、45° Y-X: $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、及びX-112° Y: LiTaO_3 を用いる場合を示したが、これに限定するものではなく、電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化が図8、図9、図10に示したグラフと同様の材料であればよい。また、弾性波のモードに関して

も、レイリー波に限定される必要はなく、漏洩弾性表面波 (Leaky Surface Acoustic Wave)、SSBW (Surface Skimming Bulk Wave)、STW (Surface Transverse Wave) 等のいかなるモードであってもよい。

【0045】〔実施例〕以下に、 36° Y-X基板を用いて、図3に示した構成の弾性表面波フィルタについて説明する。一方向性IDTの細い方の電極指の幅を $\lambda/8$ 、太い方の電極指の幅を $\lambda/5$ とする。 λ は電極周期であり、 $\lambda = 15 \mu\text{m}$ である。また、電極膜厚Hは $0.19 \mu\text{m}$ 、電極対数は一方向性IDT、双方向性IDTとも95対とする。さらに、図3に示すように、一方向性IDTによって励振されるSAWの伝搬方向の向き9は2本組の電極指の細い方の電極指から太い方の電極指に向かう向き10と一致させるように、スプリット電極を配置する。

【0046】図12(a)に、この弾性表面波フィルタの周波数特性を示す。また、比較のため、図19のように一方向性IDTのスプリット電極の電極指の配置を図3とは左右反対に配置したときの弾性表面波フィルタの周波数特性を図12(b)に示す。図を比較すれば、図12(a)の方がリップルがなく、損失も小さくなっていることがわかる。210MHz付近において、図12(a)での損失は約-11.6dB、図12(b)の損失は約-16.6dBとなっている。また、図12(b)では、210MHz付近ではリップルが見られるが、図12(a)にはリップルがない。この結果、一方向性IDTを図3に示した向きに配置することで良好なフィルタの周波数特性が得られることが確認できる。

【0047】次に、一方向性IDTの太い方の電極指の幅を $\lambda/6$ 、 $\lambda/4$ と変化させた場合の弾性表面波フィルタの特性を、それぞれ図13(a)、図14(a)に示す。一方向性IDTのスプリット電極の配置は図3と同一とする。また、比較のために図19のように配置したときのフィルタ特性をそれぞれ図13(b)、図14(b)に示す。

【0048】図13、図14によれば、太い方の電極指の幅を $\lambda/6$ あるいは $\lambda/4$ と変化させても、この発明の図3のように配置することでリップルがなく低損失な弾性表面波フィルタを作製できることがわかる。また、回転Y-X：水晶のうち、 36° Y-X：水晶を用いた場合でも、図3に示したような構成をとることで良好な周波数特性が得られる。なお、この実施例では、図3の構成についてのみ示したが、図4から図7の構成でも同様に、低損失かつリップルのない弾性表面波フィルタを得ることができる。

【0049】この発明によれば、回転Y-X水晶、 45° X-Z： $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、及びX- 112° Y： LiTaO_3 のいずれかの圧電基板を用いた場合、図1に示したように一方向性IDTの2本組の電極指の細い方の電極指から太い方の電極指に向かう向きと、この一方向性

IDTから励振されたSAWが受信用IDTに向かうべき向きとを一致させているので、低損失かつリップルのない良好な特性が得られる。また、上記実施例の説明では2つの向きが同一の場合を示したが、この2つの向きが完全に一致していなくても、図2のようにこれら2つの向きで作られる角度 α が 90° ($0 \leq \alpha < 90^\circ$) より小さければSAWの伝搬方向とは逆方向にはならないので、低損失かつリップルのない良好な特性が得られる。

【0050】

【発明の効果】この発明によれば、圧電基板上に複数IDTから構成される弾性表面波装置において、2本の電極指からなるスプリット電極を備えたIDTが、弾性表面波の反射率が小さい電極指から反射率が大きい電極指へ向かう電極指の幅方向の向きと、このIDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向きがほぼ一致するように構成されるので、低損失かつリップルのない良好な周波数特性を持つ弾性表面波装置を得ることができる。

【0051】また、スプリット電極を備えたIDTが、スプリット電極のうち幅の細い電極指から幅の太い電極指へ向かう電極指の幅方向の向きと、このIDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向きがほぼ一致するように構成されるので、同様に、低損失かつリップルのない良好な周波数特性を得ることができる。特に、圧電基板の材料として、回転Y-X水晶、 45° X-Z： $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 又はX- 112° Y： LiTaO_3 のいずれかの材料を用いたときに、低損失かつリップルのない良好な周波数特性を有する弾性表面波装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の弾性表面波装置の原理説明図である。

【図2】この発明の弾性表面波装置において、一方向性IDTで励振された弾性表面波が受信用IDTへ向かう向きと、スプリット電極の幅の細い方の電極指から太い方の電極指へ向かう向きとが一致していない場合の説明図である。

【図3】この発明の一方向性IDTと双方向性IDTを対向して配置した弾性表面波フィルタの一実施例の構成図である。

【図4】この発明の2つの一方向性IDTを対向して配置した弾性表面波フィルタの一実施例の構成図である。

【図5】この発明の2つの一方向性IDTを入力用に用い、一つの双方向性IDTを出力用に用いた、弾性表面波フィルタの一実施例の構成図である。

【図6】この発明の一方向性IDTを入力用に用い、一方向性IDTから励振されたSAWが2つの反射器を介して出力用の双方向性IDTに受信される、弾性表面波フィルタの一実施例の構成図である。

【図7】この発明の一方方向性IDTを入力用に用いて構成された、この発明のZパスフィルタの一実施例の構成図である。

【図8】42.45° Y-X：水晶基板を用いた場合の電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化の説明図である。

【図9】45° X-Z：Li₂B₄O₇基板を用いた場合の電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化の説明図である。

【図10】X-112° Y：LiTaO₃基板を用いた場合の電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化の説明図である。

【図11】128° Y-X：LiNbO₃基板を用いた場合の電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化の説明図である。

【図12】太い方の電極指の幅を $\lambda/5$ としたときのこの発明の弾性表面波フィルタの特性の比較図である。

【図13】太い方の電極指の幅を $\lambda/6$ としたときのこの発明の弾性表面波フィルタの特性の比較図である。

【図14】太い方の電極指の幅を $\lambda/4$ としたときのこの発明の弾性表面波フィルタの特性の比較図である。

【図15】浮き電極を用いた内部反射型一方方向性IDTの構成図である。

【図16】双方向性IDT（シングル電極）の構成図である。

【図17】双方向性IDT（スプリット電極）の構成図である。

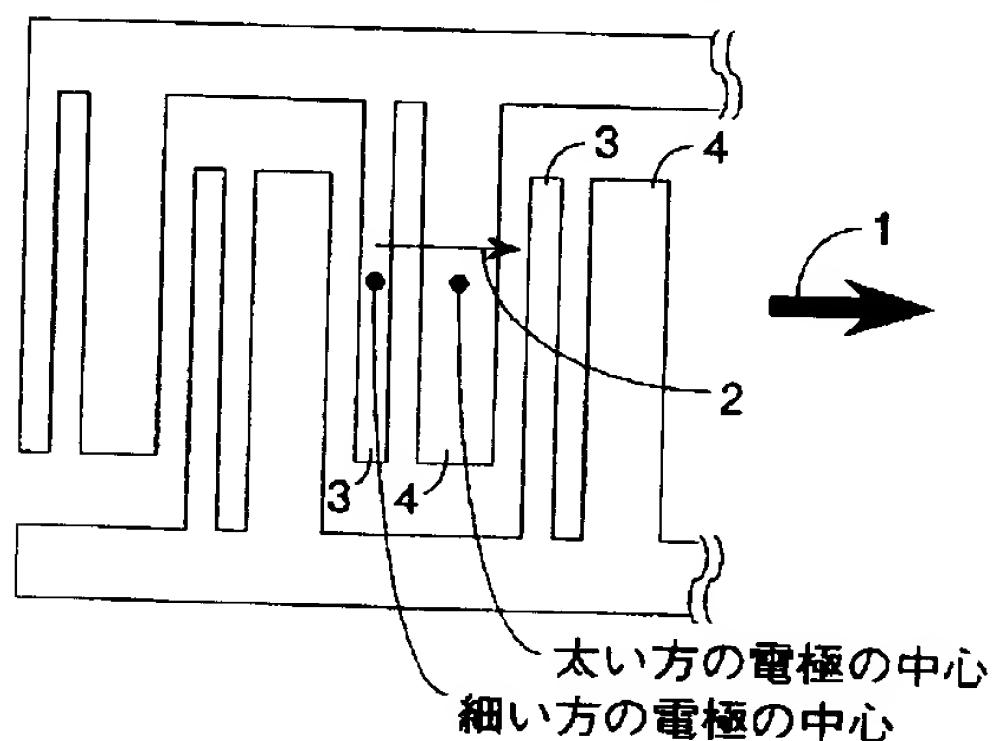
【図18】特開昭61-6917号公報に記載された一方方向性IDTの構成図である。

【図19】従来の一方方向性IDTと双方向性IDTから構成される弾性表面波フィルタの構成図である。

【図20】36° Y-X：水晶を用いた図19の弾性表

【図1】

この発明の弾性表面波装置の原理説明図



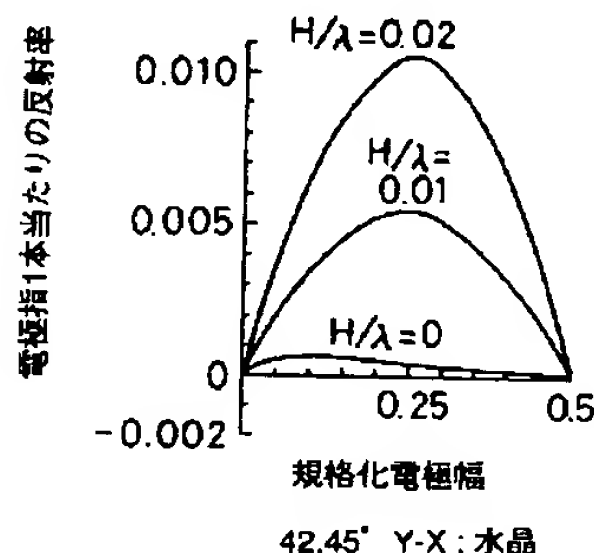
面波フィルタの特性図である。

【符号の説明】

- 1：IDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向き
- 2：細い方の電極指から太い方の電極指へ向かう向き
- 3：細い方の電極指
- 4：太い方の電極指
- 5：IDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向き
- 6：太い方の電極指から細い方の電極指へ向かう向き
- 7：一方方向性IDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向き
- 8：太い方の電極指から細い方の電極指へ向かう向き
- 9：一方方向性IDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向き
- 10：細い方の電極指から太い方の電極指へ向かう向き
- 11：一方方向性IDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向き
- 12：細い方の電極指から太い方の電極指へ向かう向き
- 13：一方方向性IDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向き
- 14：細い方の電極指から太い方の電極指へ向かう向き
- 15：一方方向性IDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向き
- 16：細い方の電極指から太い方の電極指へ向かう向き
- 17：一方方向性IDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向き
- 18：細い方の電極指から太い方の電極指へ向かう向き
- 19：一方方向性IDTにより励振されたSAWが受信用IDTへ向かう向き
- 20：細い方の電極指から太い方の電極指へ向かう向き
- 21：反射器

【図8】

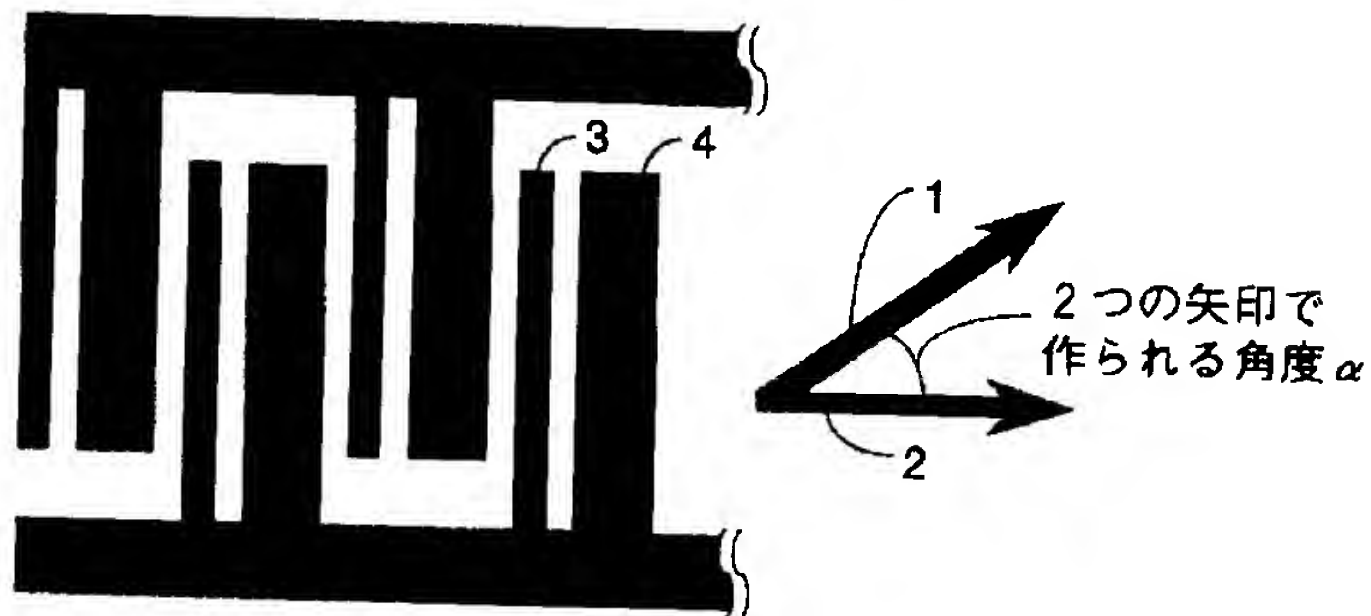
42.45° Y-X：水晶基板を用いた場合の電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化の説明図



42.45° Y-X：水晶

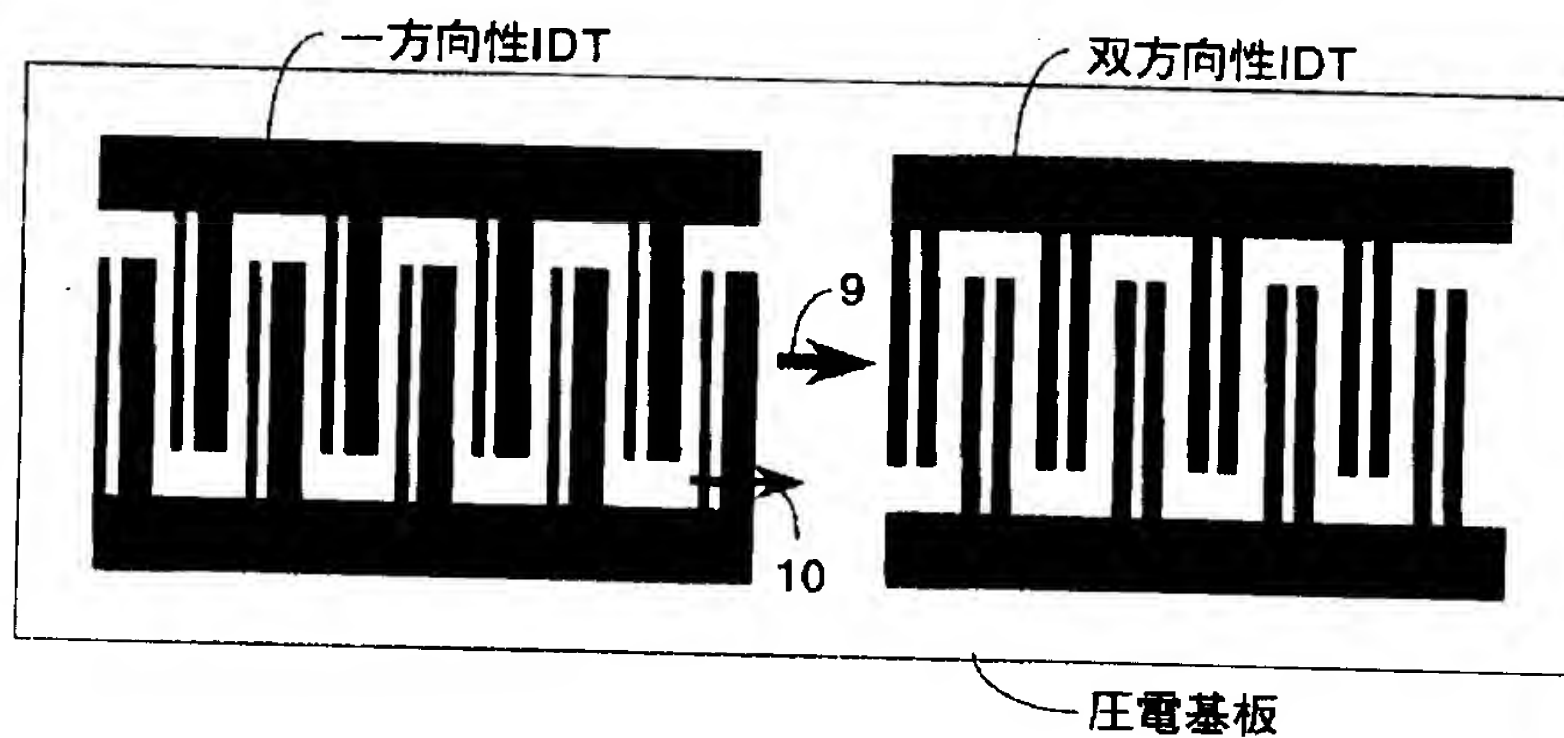
【図2】

この発明の弾性表面波装置において、一方向性IDTで励振された弾性表面波が受信用のIDTへ向かう向きと、スプリット電極の幅の細い方の電極指から太い方の電極指へ向かう向きとが一致していない場合の説明図



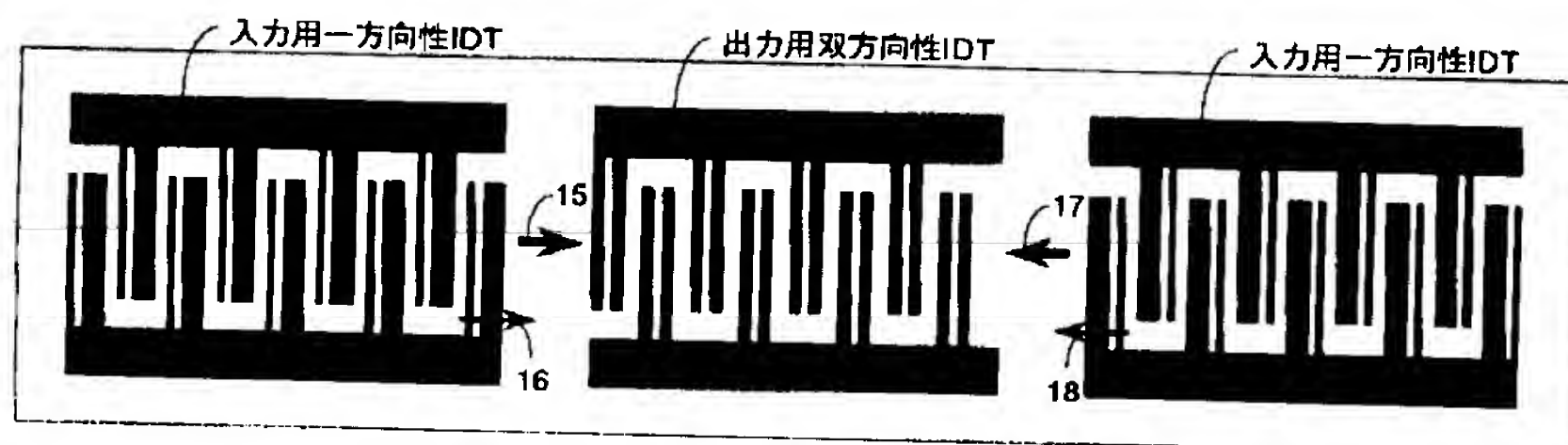
【図3】

この発明の一方向性IDTと双方向性IDTを対向して配置した弾性表面波フィルタの一実施例の構成図



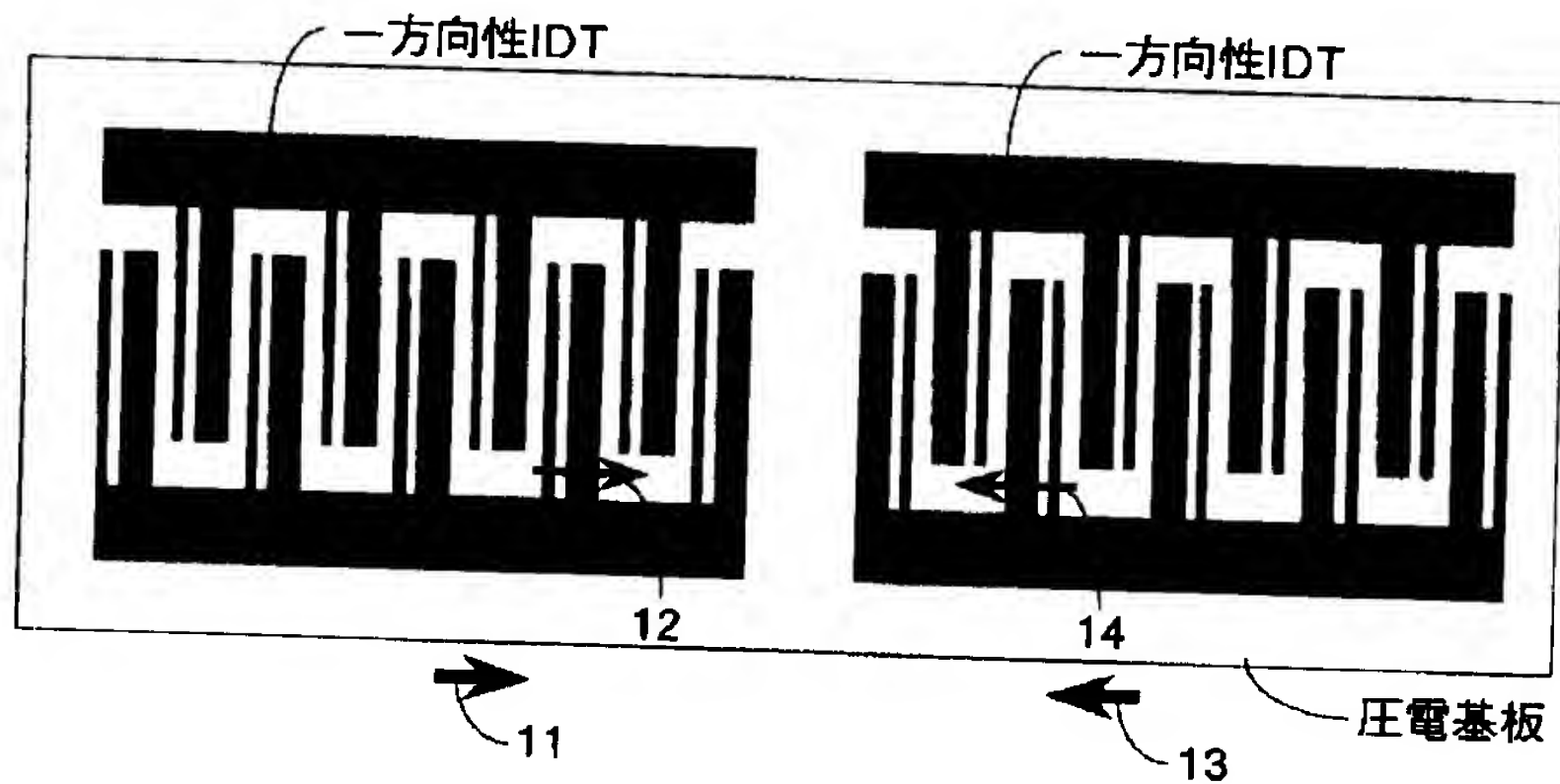
【図5】

この発明の2つの一方向性IDTを入力用に用い、一つの双方向性IDTを出力用に用いた、この発明の弾性表面波フィルタの一実施例の構成図



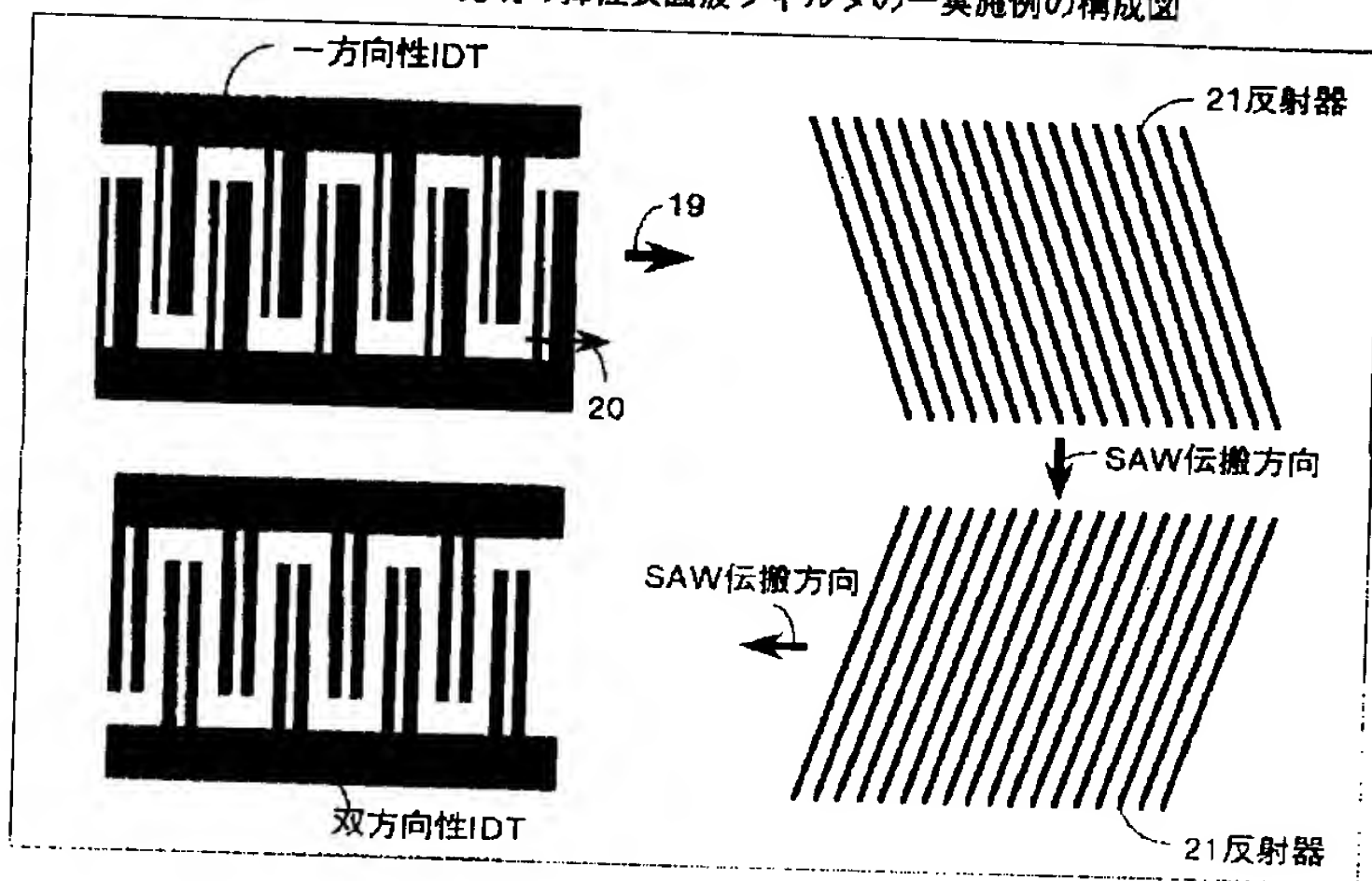
【図 4】

この発明の 2 つの一方向性 IDT を対向して
配置した弾性表面波フィルタの一実施例の構成図



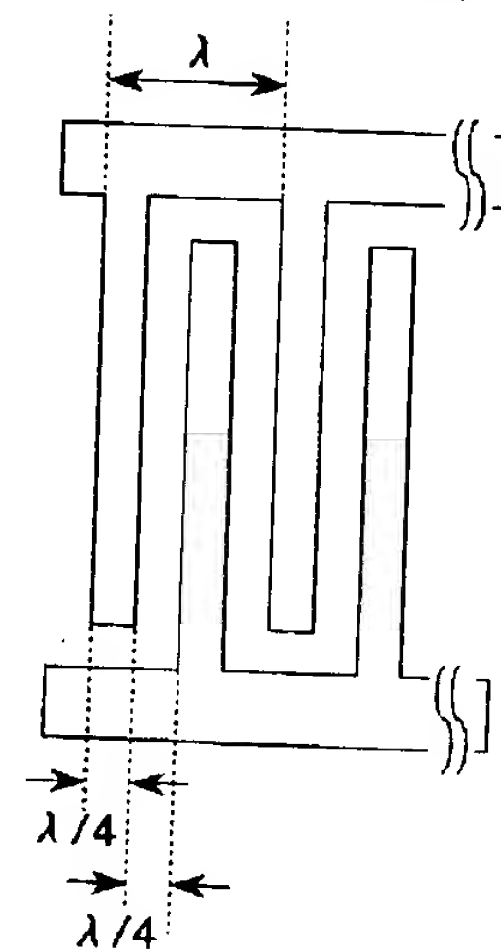
【図 6】

この発明の一方向性 IDT を入力用に使い、一方向性 IDT から
励振された SAW が 2 つの反射器を介して出力用の双方向性 IDT
に受信されるこの発明の弾性表面波フィルタの一実施例の構成図

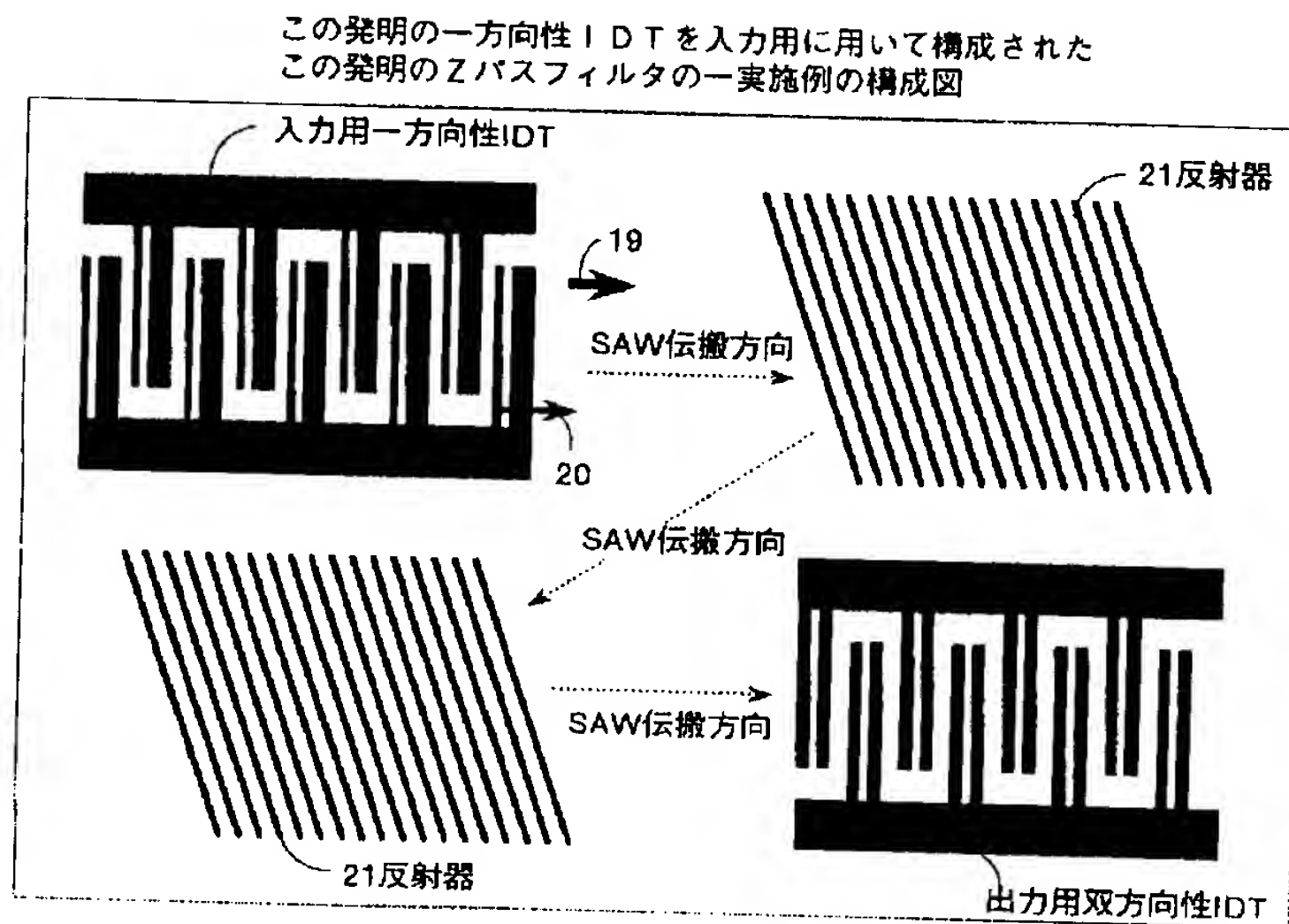


【図 16】

双方向性IDT（シングル電極）の構成図



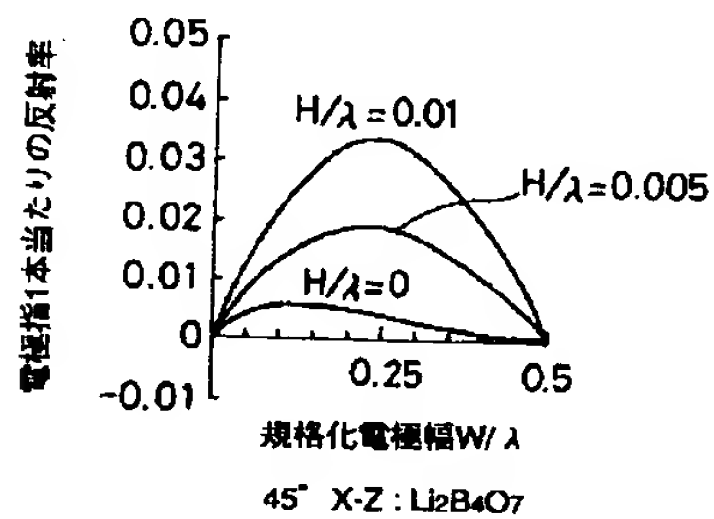
【図 7】



【図 9】

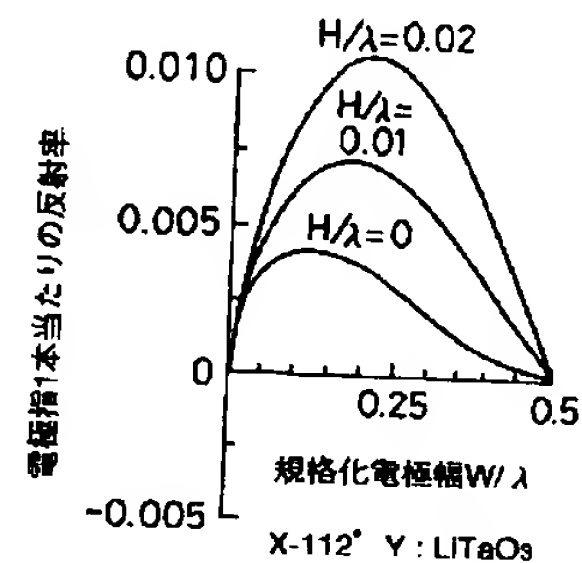
【図 10】

45° X-Z : $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 基板を用いた場合の電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化の説明図



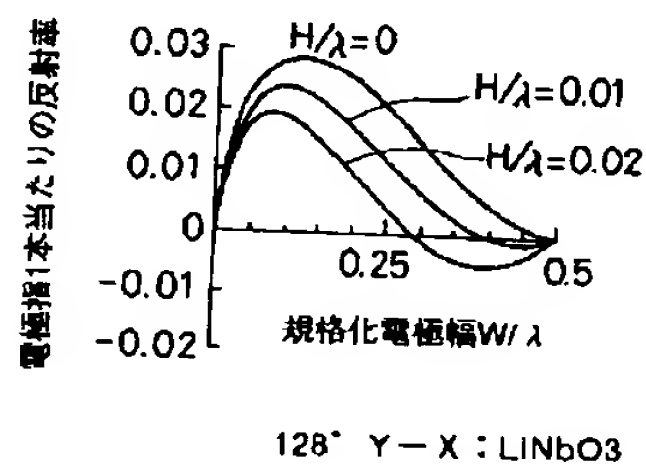
【図 11】

X-112° Y : LiTaO_3 基板を用いた場合の電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化の説明図

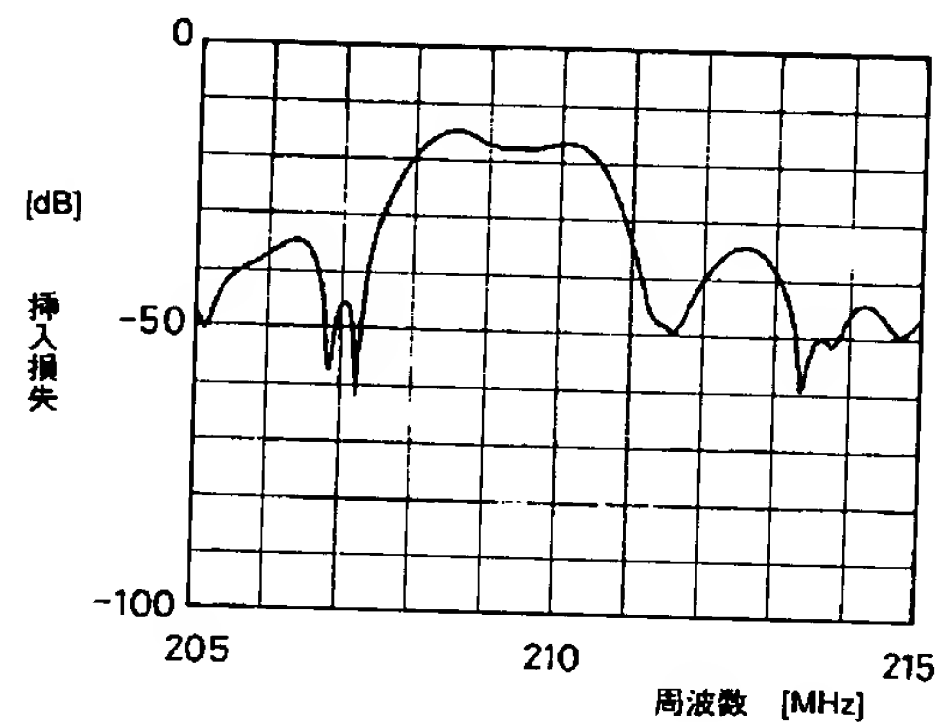


【図 20】

128° Y-X : LiNbO_3 基板を用いた場合の電極幅に対する電極指1本あたりの反射率の変化の説明図

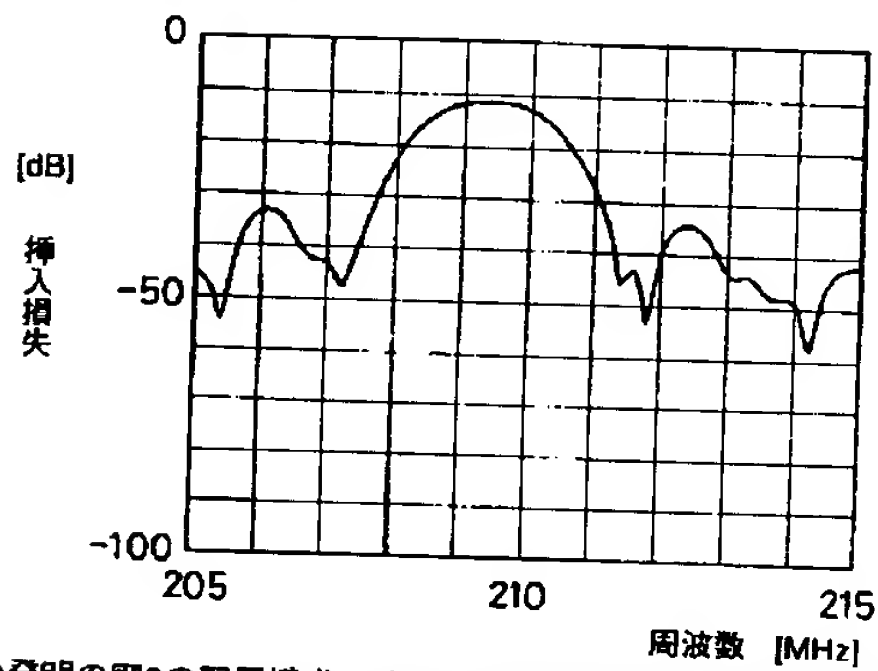


36° Y-X : 水晶を用いた図19の弾性表面波フィルタの特性図

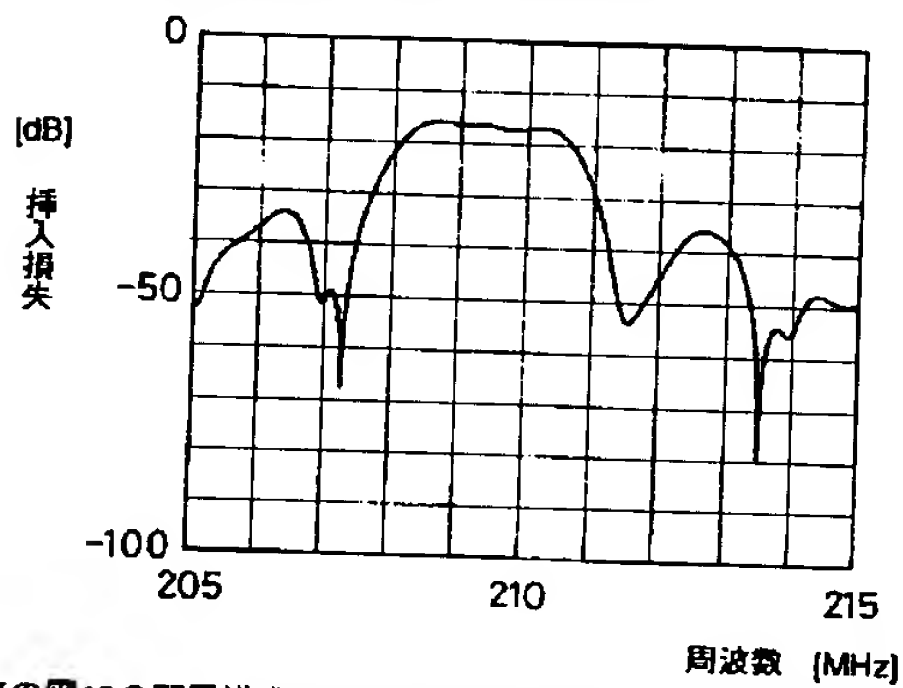


【図12】

太い方の電極指の幅を $\lambda/5$ としたときの弾性表面波フィルタの特性の比較図



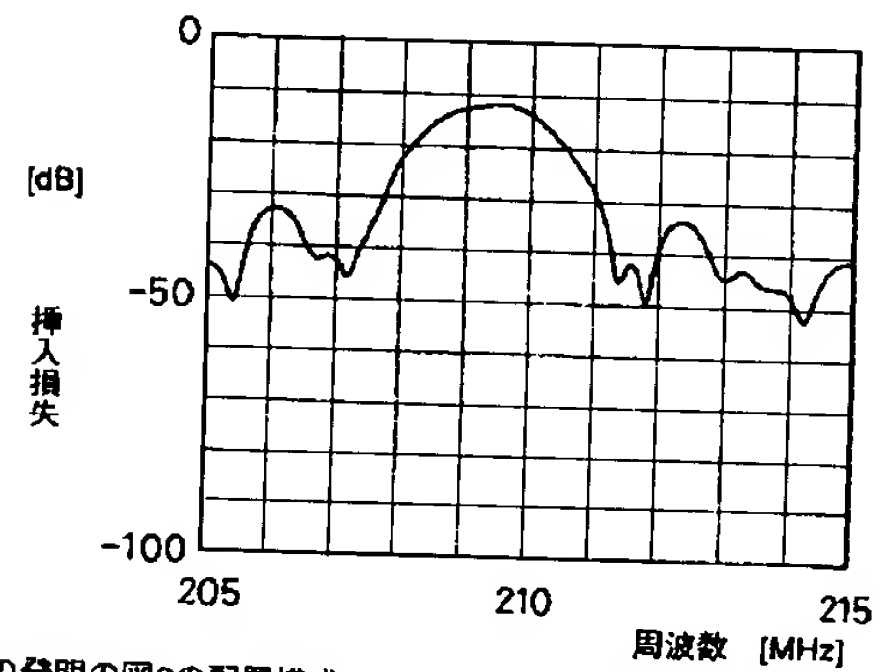
(a) この発明の図3の配置構成の場合の弾性表面波フィルタの特性図



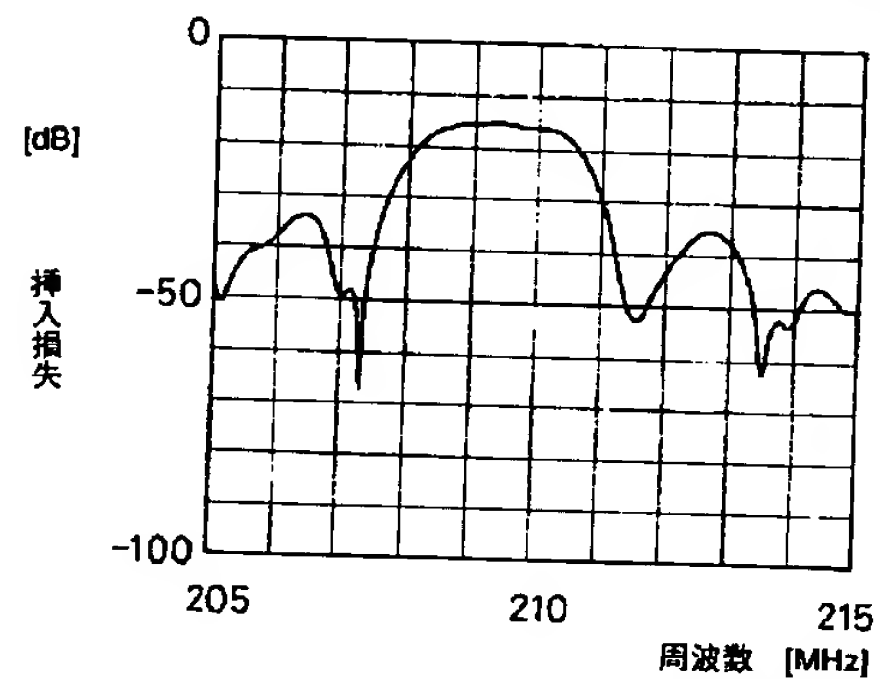
(b) 従来の図19の配置構成の場合の弾性表面波フィルタの特性図

【図13】

太い方の電極指の幅を $\lambda/6$ としたときの弾性表面波フィルタの特性の比較図



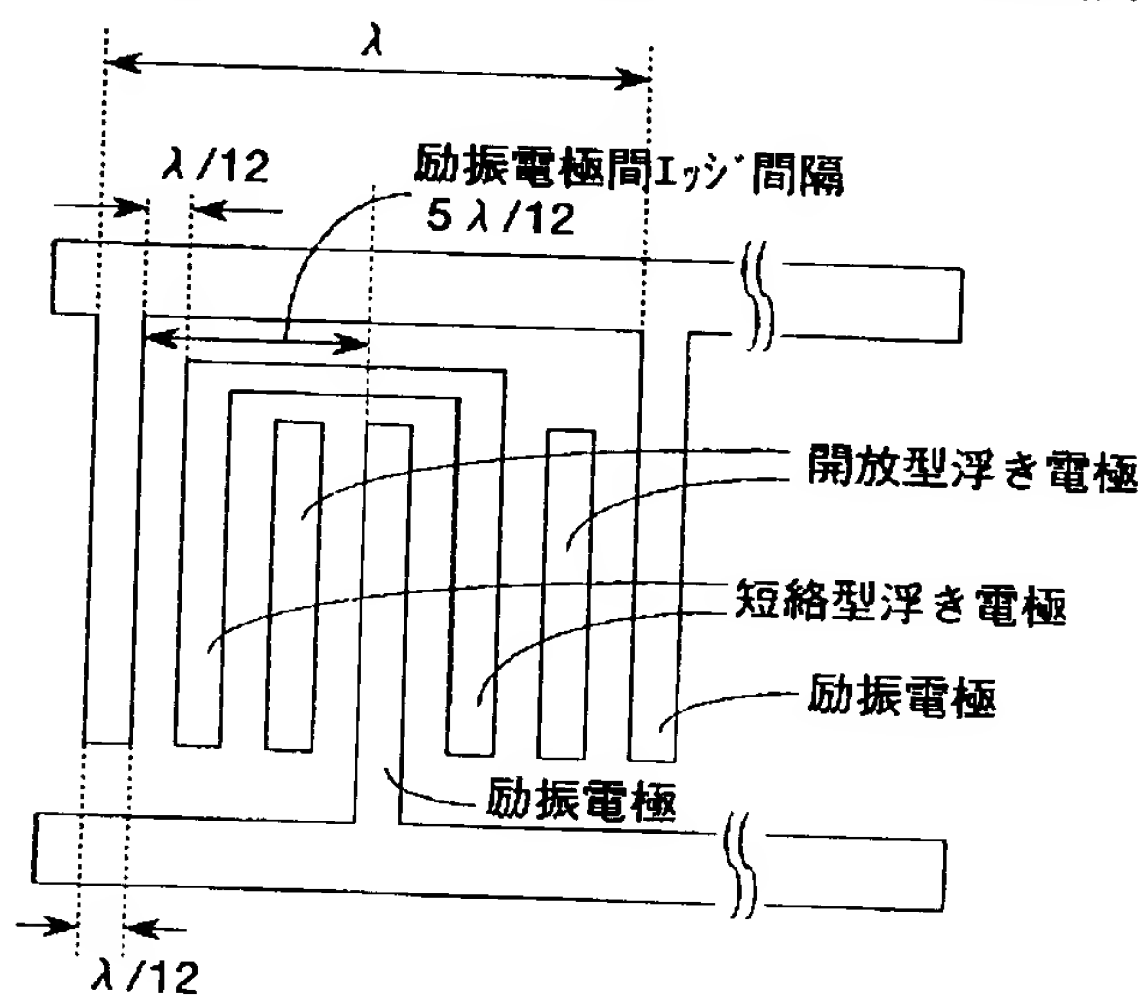
(a) この発明の図3の配置構成の場合の弾性表面波フィルタの特性図



(b) 従来の図19の配置構成の場合の弾性表面波フィルタの特性図

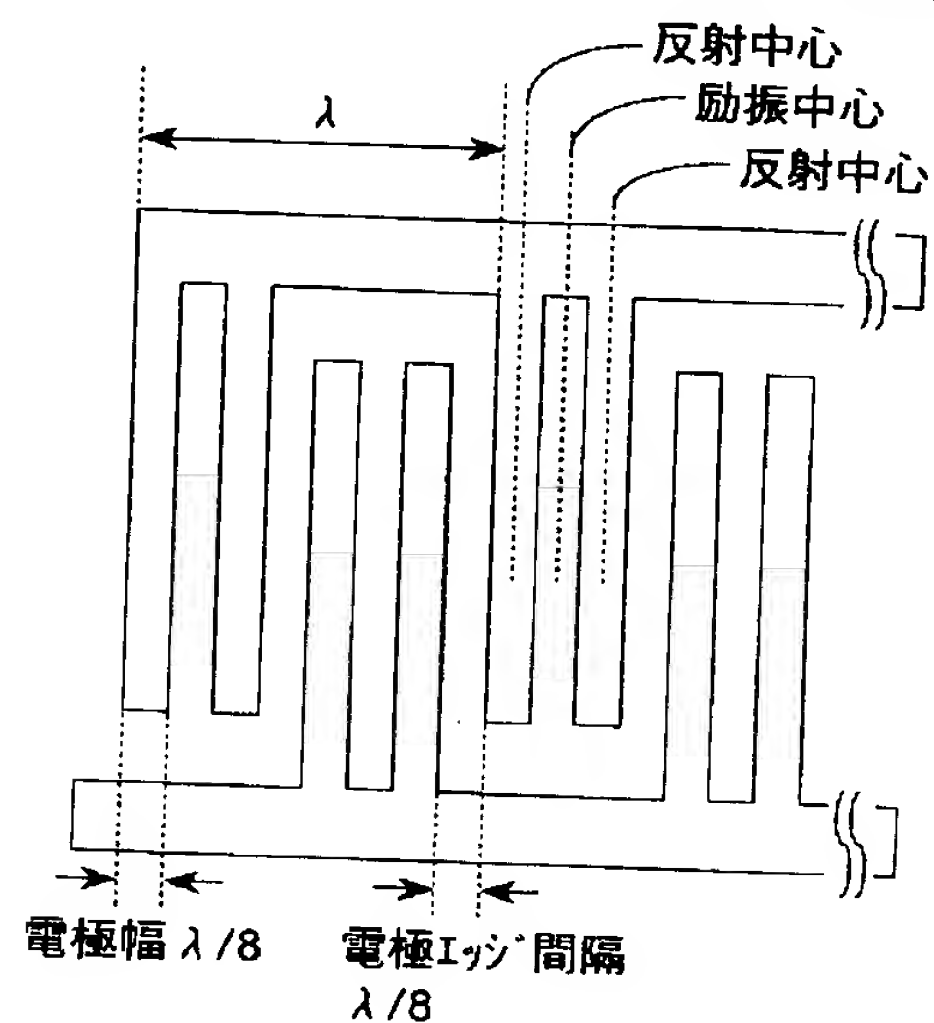
【図15】

浮き電極を用いた内部反射型一方向性IDTの構成図



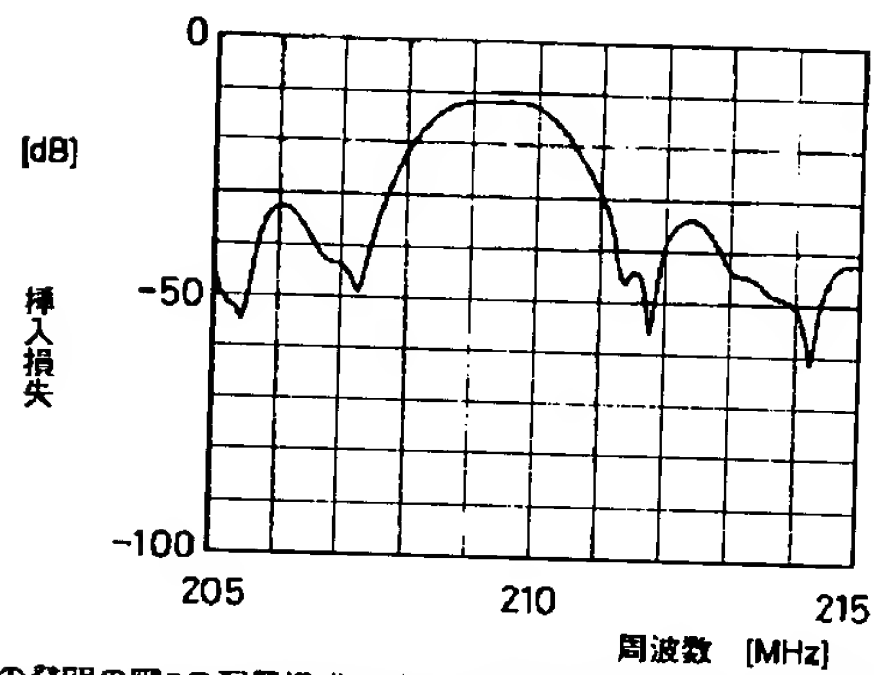
【図17】

双方向性IDT（スプリット電極）の構成図

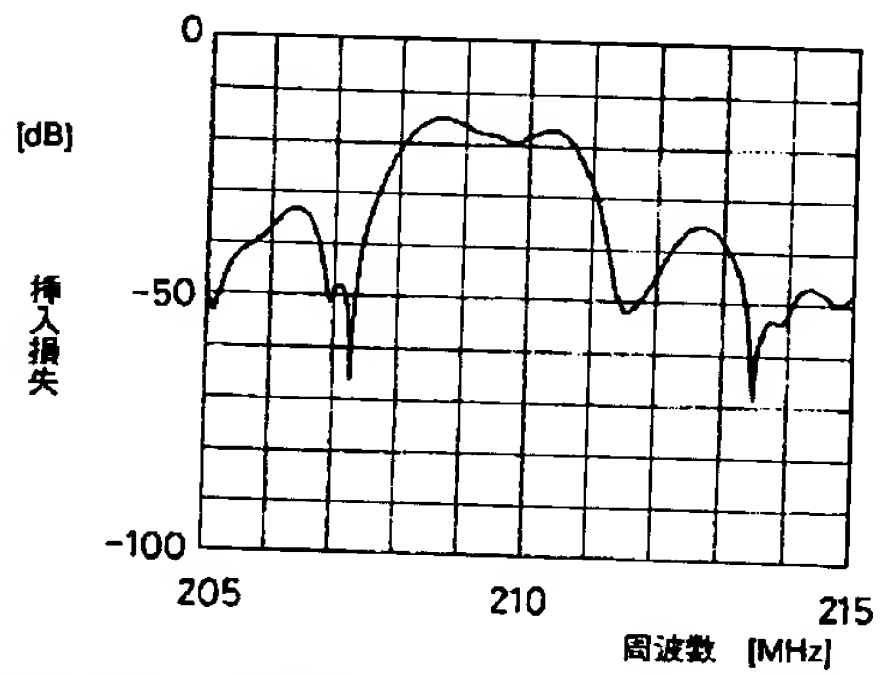


【図 1 4】

太いの方の電極指の幅を $\lambda/4$ としたときの弾性表面波フィルタの特性の比較図



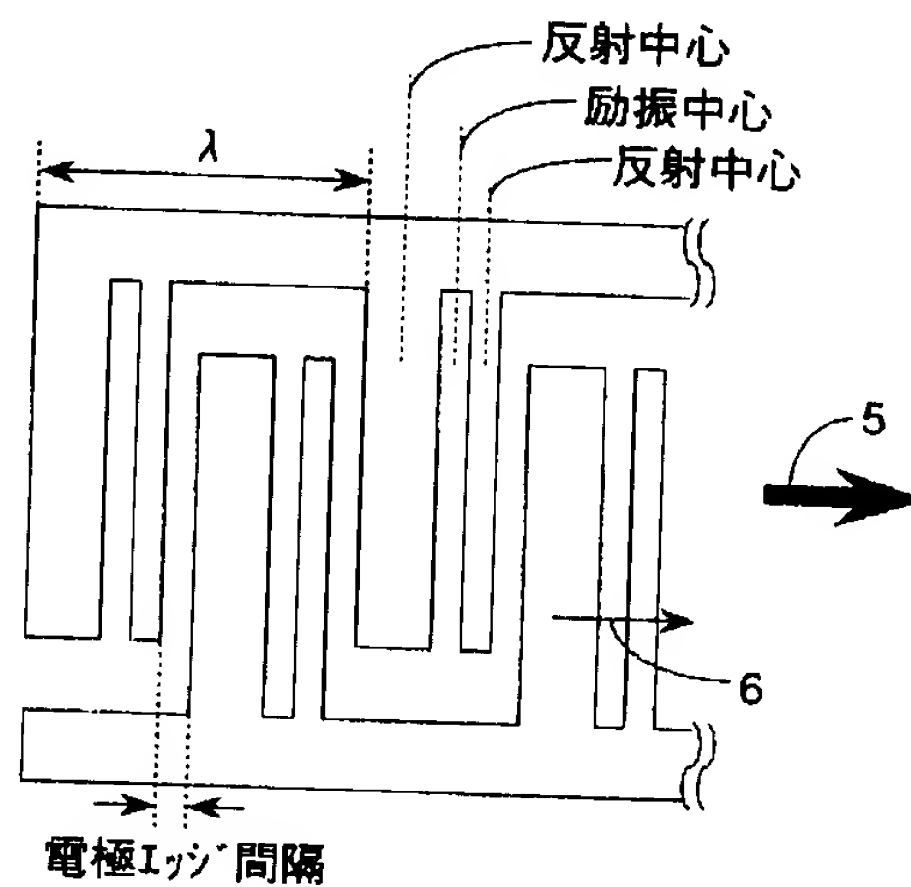
(a) この発明の図3の配置構成の場合の弾性表面波フィルタの特性図



(b) 従来の図19の配置構成の場合の弾性表面波フィルタの特性図

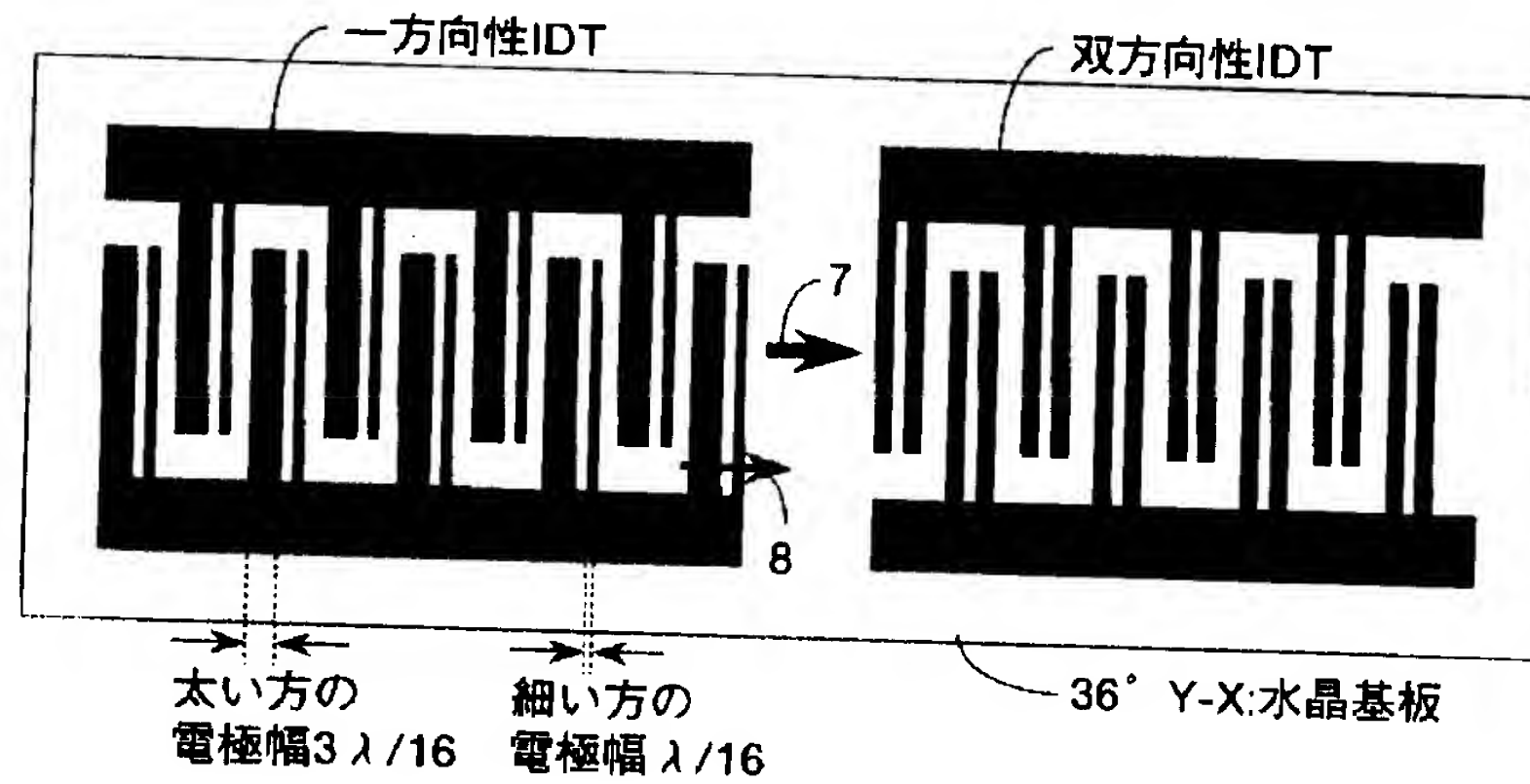
【図 1 8】

特開昭61-6917号公報に記載された一方向性IDTの構成図



【図 19】

従来の一方向性IDTと双方向性IDTから構成される
弾性表面波フィルタの構成図



フロントページの続き

(72)発明者 伊形 理
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 佐藤 良夫
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内